

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-166947

(P2003-166947A)

(43) 公開日 平成15年6月13日 (2003. 6. 13)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

G 0 1 N 21/956

G 0 1 N 21/956

A 2 G 0 5 1

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

J 4 M 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-370639 (P2001-370639)

(22) 出願日 平成13年12月4日 (2001. 12. 4)

(71) 出願人 000220343

株式会社トプコン

東京都板橋区蓮沼町75番1号

(72) 発明者 磯崎 久

東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社ト
プコン内

(72) 発明者 榎本 芳幸

東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社ト
プコン内

(74) 代理人 100083563

弁理士 三好 祥二

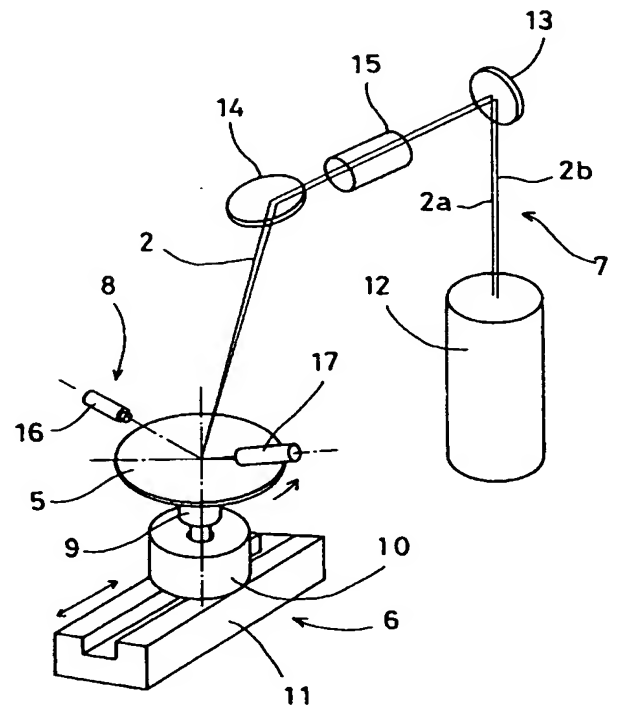
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面検査装置

(57) 【要約】

【課題】 基板表面の膜種、膜厚に影響されない安定した高精度の検査を可能とする表面検査装置を提供する。

【解決手段】 基板5の表面にレーザ光線2を照射し、該レーザ光線の散乱反射光を検出して異物を検出する表面検査装置に於いて、光源部12が複数の発光源を有し、それぞれの発光源からのレーザ光線2a、2bを基板表面に、基板表面での反射特性が異なる状態で照射する照射光学系7を具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板表面にレーザ光線を照射し、該レーザ光線の散乱反射光を検出して異物を検出する表面検査装置に於いて、光源部が複数の発光源を有し、それぞれの発光源からのレーザ光線を基板表面に、基板表面での反射特性が異なる状態で照射する照射光学系を具備することを特徴とする表面検査装置。

【請求項2】 前記複数の発光源の少なくとも1つが異なる波長で発光する請求項1の表面検査装置。

【請求項3】 前記複数の発光源の少なくとも1つのレーザ光線の偏光状態を変更する偏光部材を設けた請求項1の表面検査装置。

【請求項4】 前記照射光学系が1つの結像レンズを有すると共に各発光源に対応して設けられ該発光源からのレーザ光線を前記結像レンズに入射させる光学部材を有する請求項1の表面検査装置。

【請求項5】 前記発光源がマトリックス状に配設された請求項1～請求項3のいずれかの表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体ウェーハ等の基板の表面の微細な異物、或は結晶欠陥等の微細な傷を検査する表面検査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 表面検査装置は、レーザ光線を基板表面に照射し、異物、傷によって生じる散乱反射光を検出して異物、傷の検出を行うものである。尚、表面検査装置での発光源としては、ガスレーザ（He、Ar等）等が一般的に用いられてきたが、最近では取扱いが容易、安全、長寿命等の理由からレーザダイオード（LD）が用いられている。

【0003】 図11は発光源としてレーザダイオードが使用された従来の照射光学系を示している。

【0004】 発光源1から発せられたレーザ光線2はコリメートレンズ3により、平行光束とされ、結像レンズ4によりウェーハ等の基板5の表面（前記結像レンズ4による集光位置fの点）に集光する様に照射される。又、前記レーザ光線2は前記基板5に対して θ の角度で入射される。散乱反射光検出器（図示せず）は前記レーザ光線2の反射光軸から外れた位置、例えば紙面に対して略垂直な方向から散乱反射光を検出する様になっている。

【0005】 検出感度、検出精度は、基板表面に照射するレーザ光線2の波長及び強度が関係する。波長を短くするか、強度を上げることで、検出感度を向上することができる。又強度を均質に保った状態で照射範囲を広げること、検出感度を保ったまま検出精度を向上することができる。

【0006】 近年、表面検査装置には一層の検出感度及び検出精度の向上が要求され、例えば半導体素子の高密

度化に伴い、表面検査装置にはウェーハ表面の更に微細な異物、傷の検出を行うことが要求されている。

【0007】 上記した様に表面検査装置では異物、傷の検出を散乱反射光の検出に基づいて行っているが、散乱反射光は基板表面の性状、即ち膜種、膜厚によって微妙に変化する。例えば、シリコンウェーハ表面に形成されたシリコン酸化膜（SiO₂）の場合、膜厚に応じ反射率が変わることが分っており、又反射率の変化は膜厚により周期的に変動し、反射率の変化は波長によっても異なることも分っている。

【0008】 図12は、基板表面にシリコン酸化膜（SiO₂）が形成されている場合の、膜厚に対応した反射率変動曲線を3波長のレーザ光線（488nm、680nm、780nm）について示したものである。

【0009】 異物、傷の検出感度は基板表面の反射率と略相関があり、反射率が低下し散乱反射光の光量が減少すると検出精度が低下する。従って、所定の検出精度を安定に維持するには、膜種、膜厚に対応して照射するレーザ光線の波長を選択する必要がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 上記した従来の表面検査装置では、膜種、膜厚に応じたレーザ光線の波長を設定する必要があり、作業性が悪い。更に、膜厚については基板全面で完全には均一ではなく、基板表面の部位により反射率の変動する可能性があり、反射率の変動に伴い、検出精度が変動する可能性があった。

【0011】 本発明は斯かる実情に鑑み、基板表面の膜種、膜厚に影響されない安定した高精度の検査を可能とする表面検査装置を提供するものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明は、基板表面にレーザ光線を照射し、該レーザ光線の散乱反射光を検出して異物を検出する表面検査装置に於いて、光源部が複数の発光源を有し、それぞれの発光源からのレーザ光線を基板表面に、基板表面での反射特性が異なる状態で照射する照射光学系を具備する表面検査装置に係り、又前記複数の発光源の少なくとも1つが異なる波長で発光する表面検査装置に係り、又前記複数の発光源の少なくとも1つのレーザ光線の偏光状態を変更する偏光部材を設けた表面検査装置に係り、又前記照射光学系が1つの結像レンズを有すると共に各発光源に対応して設けられ該発光源からのレーザ光線を前記結像レンズに入射させる光学部材を有する表面検査装置に係り、更に又前記発光源がマトリックス状に配設された表面検査装置に係るものである。

【0013】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

【0014】 図1により表面検査装置の概略について説明する。

【0015】図中、5はウェーハ等の被検査物である基板であり、表面検査装置は走査駆動機構部6、照射光学系7、検出系8から主に構成されている。

【0016】又、前記走査駆動機構部6は前記基板5を保持する基板保持部9を具備し、該基板保持部9は回転駆動部10により回転可能に支持され、該回転駆動部10は直線駆動機構部11により前記基板5の回転面と平行な半径方向に直線移動される様になっている。

【0017】前記照射光学系7は検査光であるレーザ光線2を発する光源部12、該光源部12からのレーザ光線2を前記基板5上に向けるミラー等の偏向光学部材13、14、前記レーザ光線2を前記基板5の表面に集光させるレンズ群15等から構成されている。前記検出系8は前記基板5表面に照射されるレーザ光線2の光軸に交差する検出光軸を有する受光検出器16、17を具備している。

【0018】前記基板5の表面検査は、前記回転駆動部10により前記基板5が回転された状態で、前記照射光学系7より前記基板5の表面に前記レーザ光線2が照射され、更に前記直線駆動機構部11により前記回転駆動部10が半径方向に移動される。

【0019】而して、前記基板5の一回転毎に所要ピッチでステップ送りすることにより、或は所定速度で前記回転駆動部10を連続送りすることにより、前記レーザ光線2の照射点が同心円、或は螺旋円の軌跡を描きながら、前記基板5の中心から外縁迄移動し、該基板5の全面が前記レーザ光線2によって走査されることとなる。

【0020】該レーザ光線2が前記基板5の表面を走査する過程で、異物、傷があると前記レーザ光線2が散乱反射する。この散乱反射光は所定の位置に配置された前記検出系8の受光検出器16、17によって検出され、該受光検出器16、17からの信号を図示しない演算処理部により信号処理することで、異物、傷が検出される。

【0021】図2は本発明の表面検査装置の照射光学系7の概略を示し、図中、偏向光学部材13、14等は省略している。

【0022】前記光源部12は2組の発光源1a、1bを有し、該発光源1a、1bは個別に発光状態を制御可能となっていると共に異なる波長 λ_1 、 λ_2 のレーザ光線2a、2bを発する様になっている。

【0023】前記発光源1a、1bからのレーザ光線2a、2bはそれぞれ個別にコリメートレンズ3a、3bにより平行光束とされ、1つの結像レンズ4により前記基板5の表面に集光される様になっている。又、前記コリメートレンズ3a、3bと結像レンズ4の光軸はそれぞれ平行となっており、前記発光源1a及び発光源1bから発せられるレーザ光線2a、2bは前記結像レンズ4により同一照射点18に集光される様になっている。

【0024】前記発光源1a及び発光源1bからの波長

の異なるレーザ光線2a、2bが前記結像レンズ4により同一照射点18に集光照射される。

【0025】前記発光源1a、発光源1b単独のレーザ光線が前記照射点18に照射された場合、例えば前記発光源1aから単独に波長 λ_1 のレーザ光線2aが前記照射点18に照射された場合の散乱反射光の反射率は、上述した様に膜種がシリコン酸化膜(SiO_2)であった場合、図12に於ける所定の1波長の様に膜厚の変化に対して周期的に変動する。又、図示していないが、前記発光源1bからの波長 λ_2 のレーザ光線2bが単独に前記照射点18に照射された場合、図12に於ける波長が異なる線の様に前記発光源1aの場合とは異なった位相で膜厚の変化に対応して周期的に変動する。

【0026】次に、前記発光源1a、発光源1bから前記レーザ光線2a、2bを同時に照射した場合の反射率は、図12で示した様に位相がずれるので、膜厚の変化に対する合成反射率は該各レーザ光線2a、2bの反射率を合成したものとなる。即ち、該レーザ光線2a、2bの反射率が合成されることで、反射率のピークの部分が略平らとなり、反射率変動曲線は台形形状となる。

【0027】斯かる2種の波長 λ_1 、 λ_2 のレーザ光線2a、2bを同一照射点18に同時に照射することで、例えば図12での所定の2波長に於ける反射率の落込み部分を少なくすることができるので、膜厚が変動した場合でも異物、傷に基づく散乱反射光は安定し、検出精度は安定して変化しない。

【0028】尚、3種以上の波長のレーザ光線を混合して同一照射点に照射する様にしてもよい。この場合、反射率の変動曲線は各レーザ光線の反射率を合成したものとなり、各レーザ光線の反射率変動曲線の位相が適宜量ずつずれる様な波長を選択し、照射光強度を調整すれば、反射率変動曲線のピークの平坦部分が更に大きくなり、膜厚の変動に対して更に安定する。

【0029】3種以上の波長のレーザ光線を混合する照射光学系の一例を図5に示す。

【0030】図5は第2の実施の形態を示し、該第2の実施の形態では、多数の発光源1a...1nを用いた場合を示している。該発光源1a...1nからはそれぞれ異なる波長のレーザ光線2a...2nが発せられている。

【0031】前記各発光源1a...1nを直線的に配設し、該各発光源1a...1nに対してそれぞれコリメートレンズ3a...3nを設け、該コリメートレンズ3a...3nを介してレーザ光線2a...2nが1つの結像レンズ4に入射される様にしたものであり、前記コリメートレンズ3a...3nの光軸を前記結像レンズ4の光軸と平行にしたものである。

【0032】本実施の形態では、波長の異なる全てのレーザ光線2a...2nが照射点18の一点に集光され、各レーザ光線2a...2nの反射率が合成され、扁平な台形形状をした反射率変動曲線が得られる。

10

20

30

40

50

【0033】上記実施の形態では、波長が異なることで膜厚に対して反射率が変動することを説明したが、図2で示す様に、レーザ光線2の基板5に入射する角度 θ が大きくなると前記レーザ光線2の偏光状態が反射率に影響することが分っている。

【0034】図6に於いて、第3の実施の形態について説明する。

【0035】図6は第3の実施の形態の照射光学系7の概略を示し、図中、図2中で示したものと同等のものには同符号を付し、説明の詳細は省略する。

【0036】発光源1a、1bは個別に発光状態を制御可能となっており、該発光源1a、1bからのレーザ光線2a、2bはそれぞれ個別にコリメートレンズ3a、3bにより平行光束とされ、1つの結像レンズ4により基板5の表面に集光照射される様になっている。又、前記コリメートレンズ3a、3bと結像レンズ4の光軸はそれぞれ平行となっており、前記発光源1a及び発光源1bから発せられるレーザ光線2a、2bは前記結像レンズ4により同一照射点18に集光される様になっている。

【0037】前記レーザ光線2a、2bのそれぞれの光軸に対して偏光部材19a、偏光部材19bが挿脱可能に設けられている。尚、前記発光源1a、1bから発せられるレーザ光線2a、2bの波長は、同一又は異なっているが、以下は同一として説明する。又、前記基板5に対するレーザ光線2の入射角 θ は前記レーザ光線2の偏光状態が反射率に反映される角度とする。

【0038】尚、偏光部材としては偏光板、1/2λ板、1/4λ板、偏光消光板（偏光をランダム偏光とする）等が挙げられる。

【0039】図6に於いて、例えば前記レーザ光線2aの光軸に対してのみ前記偏光部材19aを挿入すると、前記レーザ光線2aとレーザ光線2bとの偏光状態が変わる。この為、図3の様に該レーザ光線2aとレーザ光線2bとで膜厚の変動に対する反射率変動曲線に差が生じるが、該レーザ光線2a、2bの合成反射率変動曲線は図4で示す様に膜厚が0.6μm~0.7μmの間に於いて、ピーク値が平らとなる。

【0040】而して、第3の実施の形態に於いても、膜厚が変動した場合でも、異物、傷に基づく散乱反射光は安定し、検出精度は安定して変化しない。

【0041】尚、偏光板、1/2λ板、1/4λ板、偏光消光板を選択することで、レーザ光線の偏光状態が変更でき、反射率変動曲線も変化する。従って、前記レーザ光線2aの光軸、レーザ光線2bの光軸に挿入する偏光部材19a、19bを適宜選択することで、前記レーザ光線2a、2bの反射率変動曲線を調整することが可能となる。

【0042】更に、該レーザ光線2a、2bの波長を変えることで該レーザ光線2a、2bの反射率変動曲線が

変化することは言う迄もなく、反射率変動曲線を変化させる要因であるレーザ光線の波長、偏光状態を適宜選択することで反射率変動曲線の調整範囲が大きくなり、一層最適な反射率変動曲線を実現することができる。

【0043】図7は第4の実施の形態を示し、該第4の実施の形態では発光源1a、1bが分離した位置に設けられた場合で、レーザ光線を混交する場合である。

【0044】発光源1a及び該発光源1aに対応して設けられるコリメートレンズ3aは結像レンズ4の光軸に対して交差した位置、例えば直交する光軸上に設けられ、前記発光源1aから発せられたレーザ光線2aは反射鏡21aにより前記結像レンズ4の光軸と平行に反射され、前記結像レンズ4に導かれる。

【0045】発光源1b、コリメートレンズ3bも同様に配設され、前記発光源1bから発せられたレーザ光線2bは反射鏡21bにより反射され、前記結像レンズ4の光軸と平行に該結像レンズ4に入射される。

【0046】該結像レンズ4により前記発光源1a、1bから発せられたレーザ光線2a、2bは照射点18に集光される。

【0047】上記第4の実施の形態で、発光源1が3以上の場合は、前記結像レンズ4の光軸を中心とした放射線上に光源1、コリメートレンズ3を配設すればよい。

【0048】該第4の実施の形態で、前記発光源1a、1bが発する波長を変え、或は該レーザ光線2a、2bの光軸上に偏光部材19a、19bを挿脱することで、上記した実施の形態と同様の反射率変動曲線ができ、最適な反射率変動曲線を実現することができる。

【0049】図8は第5の実施の形態を示しており、該第5の実施の形態では第4の実施の形態と同様、発光源1a、1bが分離した位置に設けられた場合で、レーザ光線2a、2bを混合する場合である。

【0050】光源部12は離反して設けられた2組の発光源1a、1bを有し、該発光源1a、1bは個別に発光状態を制御可能となっていると共に異なる波長 λ_1 、 λ_2 のレーザ光線2a、2bを発する様になっている。

【0051】前記発光源1a、1bからのレーザ光線2a、2bはそれぞれ個別にコリメートレンズ3a、3bにより平行光束とされる。前記レーザ光線2aの光軸上に反射鏡22が配設され、該反射鏡22の反射光軸と前記コリメートレンズ3bの光軸との交点にハーフミラー23が配設されている。

【0052】前記レーザ光線2aは前記反射鏡22及びハーフミラー23によって反射され、該ハーフミラー23を透過するレーザ光線2bに合致し、結像レンズ4の光軸上の基板5の照射点18に集光照射される。

【0053】上記第5の実施の形態に於いても、前記発光源1a、1bが発する波長を変え、或は前記レーザ光線2a、2bの光軸上に偏光部材19a、19bを挿脱することで、上記した実施の形態と同様の反射率変動曲

線ができ、最適な反射率変動曲線を実現することができる。

【0054】尚、第5の実施の形態に於いて、前記反射鏡22、ハーフミラー23を省略し、前記発光源1aからのレーザ光線2aを偏向光学部材14'、結像レンズ4'により直接照射点18に集光照射させ、該照射点18でレーザ光線2a、2bの混合を行ってもよい。この場合、該レーザ光線2aとレーザ光線2bとは前記基板5に対して入射角が異なり、反射特性は入射角にも影響されるので、前記レーザ光線2a、2bの光路を切替えることで、異なった反射特性を得ることができる。

【0055】図9は光路切替え手段の一例を示すものである。

【0056】前記レーザ光線2aの光軸上に反射鏡24a、25aに、又前記レーザ光線2bの光軸上に反射鏡24b、25bを一体に挿脱可能とし、反射鏡24a、25a及び反射鏡24b、25bを挿入した状態では、レーザ光線2aは反射鏡24a、25bに反射されて変更前のレーザ光線2bの光軸に、又レーザ光線2bは反射鏡24b、25aに反射されて変更前のレーザ光線2aの光軸にそれぞれ光路が変更される。

【0057】図10(A)(B)は光路切替え手段の他の一例を示すものである。

【0058】該他の光路切替え手段では、発光源1a、1bを一体に回転可能とし、該発光源1a、1bを180°回転することで、光路の切替えを行うものである。

【0059】図5で示した実施の形態では、複数の発光源1を直線上に配設したが、更に所要列配設し、複数の発光源1の配置をマトリックス状としてもよい。

【0060】マトリックス状とした場合、特に図示しないが以下の如く照射点の光強度調整ができる。図5を参照して説明する。

【0061】即ち、各列について、発光源1については波長を変え、更に適宜偏光部材19を挿脱し、第1列目について各レーザ光線の反射率が合成され、扁平な台形状をした反射率変動曲線が得られる状態とする。次に第2列目以降第1列目と同様な反射率変動曲線が得られる状態としておく。各発光源に対応しても設けられたコリメートレンズ3の光軸を結像レンズ4の光軸と平行とする。

【0062】この状態では、全てのレーザ光線2が照射点18に集光照射されることとなり、各列に関しては扁平な台形状をした反射率変動曲線が得られ、更に光強度は各列の光強度が列数分だけ加算されることとなり、得られる散乱反射光量が増大する。

【0063】検出精度は、照射光強度を増大させることで向上するので、複数の発光源1をマトリックス状に配設した場合、表面検査装置の検査精度の膜厚変動に対する安定性が向上すると共に検査精度の向上も得られる。

【0064】更に、レーザ光線2が青色レーザダイオー

ドの様に、単体では十分な光量が得られない場合に対しても有効である。

【0065】尚、複数あるレーザ光線2の配列はマトリックス状に限らず、円状であっても、その他の配列であってもよい。要は扁平な反射率変動曲線が得られる様に、各発光源の波長、偏光状態、光強度を調整すればよい。

【0066】

【発明の効果】以上述べた如く本発明によれば、基板表面にレーザ光線を照射し、該レーザ光線の散乱反射光を検出して異物を検出する表面検査装置に於いて、光源部が複数の発光源を有し、それぞれの発光源からのレーザ光線を基板表面に、基板表面での反射特性が異なる状態で照射する照射光学系を具備するので、散乱反射光が基板表面の膜種、膜厚に影響を受け難くなり、安定した高精度の検査が可能となる等の優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る表面検査装置の基本構成を示す骨子図である。

【図2】該表面検査装置の照射光学系の説明図である。

【図3】単一波長のレーザ光線を基板表面に照射した場合の膜厚の変化と反射率との関係を示す線図である。

【図4】偏光の異なる単一波長のレーザ光線を基板表面に照射した場合の膜厚の変化と反射率との関係を示す線図である。

【図5】第2の実施の形態の表面検査装置の照射光学系の説明図である。

【図6】第3の実施の形態の表面検査装置の照射光学系の説明図である。

【図7】第4の実施の形態の表面検査装置の照射光学系の説明図である。

【図8】第5の実施の形態の表面検査装置の照射光学系の説明図である。

【図9】第5の実施の形態に於ける光路切替え手段の一例を示す説明図である。

【図10】(A)(B)は第5の実施の形態に於ける光路切替え手段の他の一例を示す説明図である。

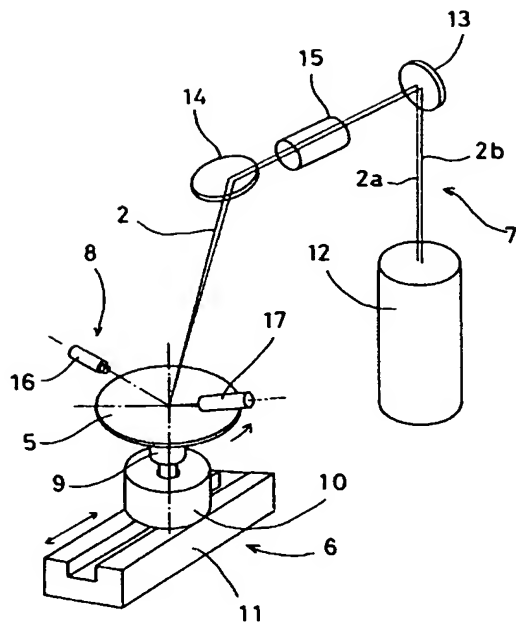
【図11】従来の表面検査装置の照射光学系を示す説明図である。

【図12】基板表面に形成された膜厚の変化と波長の異なるレーザ光線の反射率との関係を示す線図である。

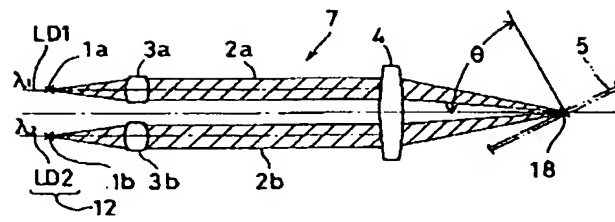
【符号の説明】

1	発光源
2	レーザ光線
5	基板
6	走査駆動機構部
7	照射光学系
8	検出系
12	光源部
15	レンズ群

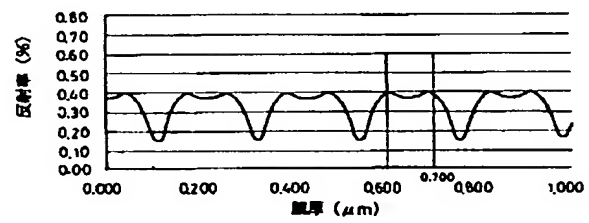
【図1】



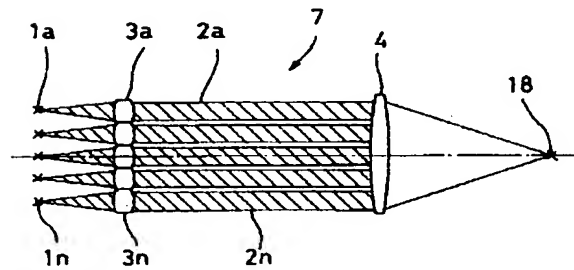
【図2】



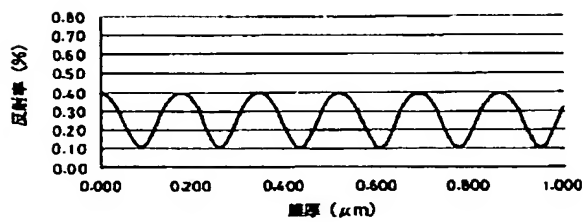
【図4】



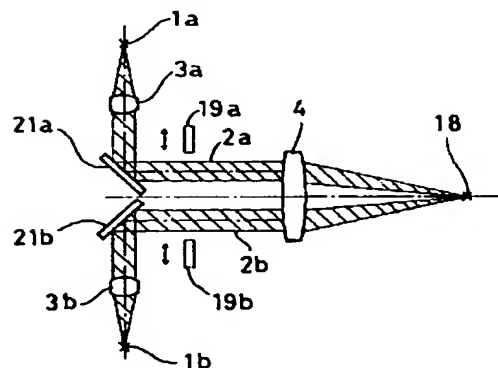
【図5】



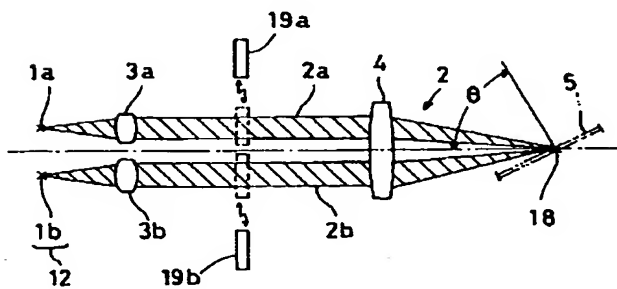
【図3】



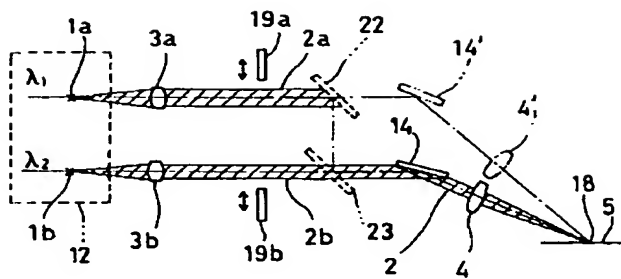
【図7】



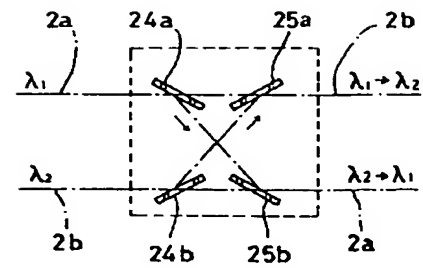
【図6】



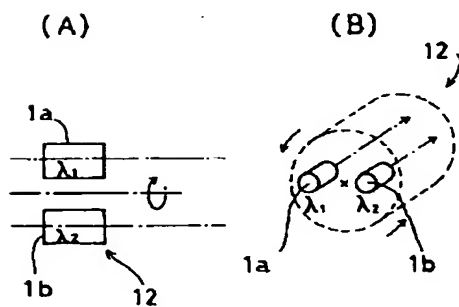
【図8】



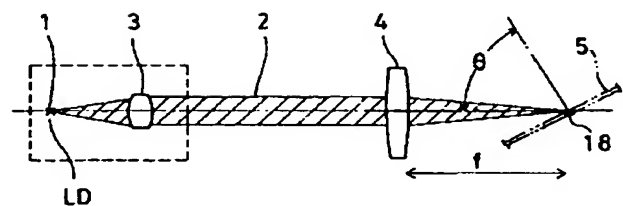
【図9】



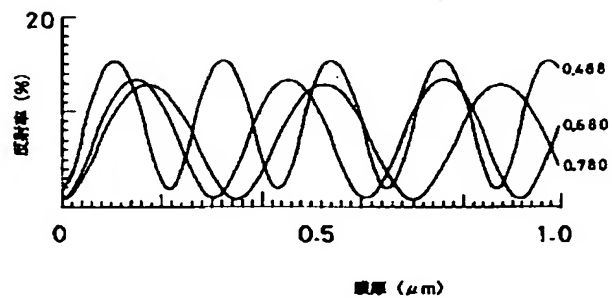
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G051 AA51 AB01 AB02 BA01 BA08
 BA10 BA11 BB01 BB09 BB20
 CA01 CB01 CB05
 4M106 AA01 BA05 CA41 CA46 DB08
 DB14

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-166947

(43)Date of publication of application : 13.06.2003

(51)Int.Cl.

G01N 21/956
H01L 21/66

(21)Application number : 2001-370639

(71)Applicant : TOPCON CORP

(22)Date of filing : 04.12.2001

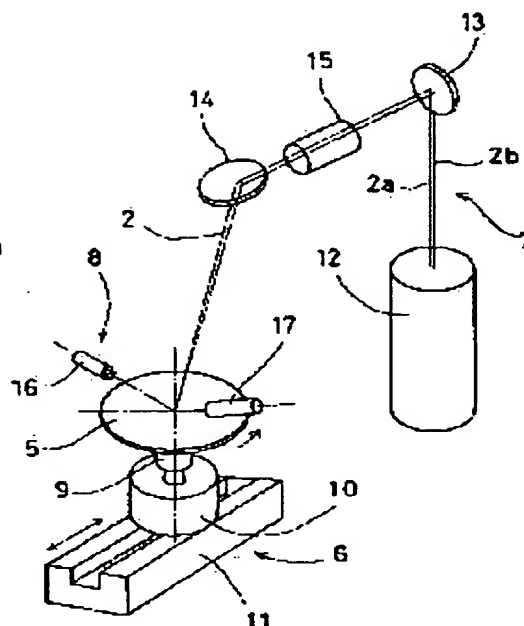
(72)Inventor : ISOZAKI HISASHI
ENOMOTO YOSHIYUKI

(54) SURFACE INSPECTION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface inspection apparatus by which an inspection of high accuracy can be performed stably without being influenced by the film kind and the film thickness on the surface of a substrate.

SOLUTION: In the surface inspection apparatus, the surface of the substrate 5 is irradiated with a laser beam 2, scattering reflected light due to the laser beam is detected, and a foreign substance is detected. The inspection apparatus is provided with an irradiation optical system 7 whose light source part 12 comprises a plurality of light emitting sources and by which the surface of the substrate is irradiated with laser beams 2a, 2b from the respective light emitting sources in a state that reflection characteristics on the surface of the substrate are different.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Surface-analysis equipment characterized by providing the exposure optical system which irradiates a laser beam on a substrate front face, and the light source section has two or more sources of luminescence, and irradiates the laser beam from each source of luminescence in the surface-analysis equipment which detects the dispersion reflected light of this laser beam, and detects a foreign matter in the condition that the reflection properties on the front face of a substrate differ on a substrate front face.

[Claim 2] Surface-analysis equipment of claim 1 which emits light on the wavelength from which at least one of said two or more of the sources of luminescence differs.

[Claim 3] Surface-analysis equipment of claim 1 which prepared the polarization member which changes the polarization condition of at least one laser beam of two or more of said sources of luminescence.

[Claim 4] Surface-analysis equipment of claim 1 which has the optical member which it is prepared [member] corresponding to each source of luminescence, and carries out incidence of the laser beam from this source of luminescence to said image formation lens while said exposure optical system has one image formation lens.

[Claim 5] Surface-analysis equipment of either claim 1 - claim 3 with which said source of luminescence was arranged in the shape of a matrix.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the surface-analysis equipment which inspects detailed blemishes, such as a foreign matter with the detailed front face of substrates, such as a semiconductor wafer, or a crystal defect.

[0002]

[Description of the Prior Art] Surface-analysis equipment irradiates a laser beam on a substrate front face, detects the dispersion reflected light produced by the foreign matter and the blemish, and performs detection of a foreign matter and a blemish. In addition, as a source of luminescence in surface-analysis equipment, although gas laser (helium, Ar, etc.) etc. has generally been used, recently, the laser diode (LD) is used from ease [handling], insurance, and the reason of long lasting **.

[0003] Drawing 11 shows the conventional exposure optical system for which the laser diode was used as a source of luminescence.

[0004] With a collimate lens 3, the laser beam 2 emitted from the source 1 of luminescence is made into the parallel flux of light, and it is irradiated so that it may condense with the image formation lens 4 on the front face (point of the condensing location f with said image formation lens 4) of the substrates 5, such as a wafer. Moreover, incidence of said laser beam 2 is carried out at an angle of theta to said substrate 5. the location from which the dispersion reflected light detector (not shown) separated from the reflected light shaft of said laser beam 2, for example, space, -- receiving -- abbreviation -- the dispersion reflected light is detected from a perpendicular direction.

[0005] The wavelength and reinforcement of a laser beam 2 to which detection sensitivity and detection precision irradiate a substrate front face are related. Detection sensitivity can be improved by shortening wavelength or raising reinforcement. Moreover, detection precision can be improved by extending the exposure range, where reinforcement is maintained at homogeneity, with detection sensitivity maintained.

[0006] In recent years, improvement in much more detection sensitivity and detection precision is required of surface-analysis equipment, for example, surface-analysis equipment is required to perform the still more detailed foreign matter on the front face of a wafer, and detection of a blemish in connection with the densification of a semiconductor device.

[0007] Although detection of a foreign matter and a blemish is performed to the above-mentioned appearance based on detection of the dispersion reflected light with surface-analysis equipment, the dispersion reflected light changes with the description on the front face of a substrate, i.e., a membrane type, and thickness delicately. For example, in the case of the silicon oxide (SiO₂) formed in the silicon wafer front face, it turns out that a reflection factor changes according to thickness, and change of a reflection factor is periodically changed by thickness, and, as for change of a reflection factor, it also turns out that it changes also with wavelength.

[0008] Drawing 12 shows the reflection factor fluctuation curve corresponding to thickness in case silicon oxide (SiO₂) is formed in the substrate front face about three waves of laser beams (488nm, 680nm, 780nm).

[0009] The detection sensitivity of a foreign matter and a blemish has a reflection factor on the front face of a substrate, and abbreviation correlation, a reflection factor falls, and if the quantity of light of the dispersion reflected light decreases, detection precision will fall. Therefore, in order to have maintained a predetermined detection precision to stability, the wavelength of a laser beam irradiated corresponding to a membrane type and thickness needed to be chosen.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is necessary to set up the wavelength of the laser beam according to a membrane type and thickness with the above-mentioned conventional surface-analysis equipment, and workability is bad. Furthermore, about thickness, it may not have been completely [all over a substrate] uniform, the reflection factor might be changed by the part on the front face of a substrate, and detection precision may have been changed with fluctuation of a reflection factor.

[0011] This invention offers the surface-analysis equipment which enables stable highly precise inspection which is not influenced by the membrane type on the front face of a substrate, and thickness in view of this actual condition.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In the surface-analysis equipment which this invention irradiates a laser beam on a substrate front face, detects the dispersion reflected light of this laser beam, and detects a foreign matter The light source section has two or more sources of luminescence. The laser beam from each source of luminescence on a substrate front face The surface-analysis equipment possessing the exposure optical system irradiated in the condition that the reflection properties on the front face of a substrate differ is started. Moreover, the surface-analysis equipment which emits light on the wavelength from which at least one of said two or more of the sources of luminescence differs is started. Moreover, the surface-analysis equipment which prepared the polarization member which changes the polarization condition of at least one laser beam of two or more of said sources of luminescence is started. Moreover, while said exposure optical system has one image formation lens, the surface-analysis equipment which has the optical member which it is prepared [member] corresponding to each source of luminescence, and carries out incidence of the laser beam from this source of luminescence to said image formation lens is started, and the surface-analysis equipment with which said source of luminescence was arranged in the shape of a matrix further again is started.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to a drawing.

[0014] Drawing 1 explains the outline of surface-analysis equipment.

[0015] Five are a substrate which are inspected objects, such as a wafer, among drawing, and surface-analysis equipment mainly consists of the scan drive section 6, exposure optical system 7, and a detection system 8.

[0016] Moreover, said scan drive section 6 possesses the substrate attaching part 9 holding said substrate 5, this substrate attaching part 9 is supported by the rotation mechanical component 10 pivotable, and straight-line migration of this rotation mechanical component 10 is carried out by the straight-line drive section 11 radial [parallel to the surface of revolution of said substrate 5].

[0017] Said exposure optical system 7 consists of lens group 15 grades which make the front face of said substrate 5 condense the deviation optical members 13 and 14, such as a mirror which turns the laser beam 2 from the light source section 12 and this light source section 12 which emits the laser beam 2 which is inspection light on said substrate 5, and said laser beam 2. Said detection system 8 possesses the light-receiving detectors 16 and 17 which have the detection optical axis which intersects the optical axis of the laser beam 2 irradiated by said substrate 5 front face.

[0018] The surface analysis of said substrate 5 is in the condition which said substrate 5 rotated by said rotation mechanical component 10, from said exposure optical system 7, said laser beam 2 is irradiated by the front face of said substrate 5, and said rotation mechanical component 10 is further moved to radial by said straight-line drive section 11.

[0019] ***(ing)** and carrying out a step feed in a necessary pitch for every one revolution of said substrate 5 — or while the irradiating point of said laser beam 2 draws the locus of a concentric circle or a spiral circle by carrying out continuation delivery of said rotation mechanical component 10 at a predetermined rate, it will move from the core of said substrate 5 to a rim, and the whole surface of this substrate 5 will be scanned by said laser beam 2.

[0020] In the process in which this laser beam 2 scans the front face of said substrate 5, if there are a foreign matter and a blemish, said laser beam 2 will carry out scatter reflection. This dispersion reflected light is detected by the light-receiving detectors 16 and 17 of said detection system 8 arranged at the position, it is carrying out signal processing by the data-processing section which does not illustrate the signal from these light-receiving detectors 16 and 17, and a foreign matter and a blemish are detected.

[0021] Drawing 2 shows the outline of the exposure optical system 7 of the surface-analysis equipment of this invention, and the deviation optical member 13 and 14 grades are omitting among drawing.

[0022] Said light source section 12 is the wavelength $\lambda 1$ from which it has 2 sets of sources 1a and 1b of luminescence, and these sources 1a and 1b of luminescence differ a luminescence condition according to an individual while they are controllable, and $\lambda 2$. Laser beam 2a and 2b are emitted.

[0023] Laser beam 2a from said sources 1a and 1b of luminescence and 2b are made into the parallel flux of light with collimate lenses 3a and 3b according to an individual, respectively, and are condensed by the front face of said substrate 5 with one image formation lens 4. Moreover, the optical axis of said collimate lenses 3a and 3b and image formation lens 4 has become parallel, respectively, and laser beam 2a emitted from said source of luminescence 1a and source of luminescence 1b and 2b are condensed by the point 18 irradiating [same] with said image formation lens 4.

[0024] Convergent radiotherapy of laser beam 2a from which the wavelength from said source of luminescence 1a and source of luminescence 1b differs, and the 2b is carried out to the point 18 irradiating [same] with said image formation lens 4.

[0025] When a laser beam said source of luminescence 1a and source of luminescence 1b independent is irradiated by said irradiating point 18, For example, it is wavelength $\lambda 1$ independently from said source of luminescence 1a. The reflection factor of the dispersion reflected light when laser beam 2a is irradiated by said irradiating point 18 is periodically changed to change of thickness like one predetermined wave in drawing 12 , when [which was mentioned above] a membrane type is silicon oxide (SiO_2) like. Moreover, although not illustrated, it is the wavelength $\lambda 2$ from said source of luminescence 1b. When laser beam 2b is independently irradiated by said irradiating point 18, corresponding to change of thickness, it changes periodically with a different phase from the case of said source of luminescence 1a like the line by which the wavelength in drawing 12 differs.

[0026] Next, the synthetic reflection factor [as opposed to / since a phase shifts like / change of thickness] the reflection factor at the time of irradiating coincidence indicated said source of luminescence 1a, said laser beam 2a from source of luminescence 1b, and 2b to be by drawing 12 becomes each laser beam 2a and the thing which compounded the reflection factor of 2b. That is, the part of an abbreviation even next door and a reflection factor fluctuation curve of the peak of a reflection factor serves as a trapezoid configuration by the reflection factor of this laser beam 2a and 2b being compounded.

[0027] Two sorts of these wavelength $\lambda 1$, and $\lambda 2$ Since the collapse part of the reflection factor in two predetermined waves in drawing 12 can be lessened by irradiating laser beam 2a and 2b at coincidence at the point 18 irradiating [same], even when thickness is changed, the dispersion reflected light based on a foreign matter and a blemish is stabilized, and detection precision is stabilized and does not change.

[0028] In addition, the laser beam of three or more sorts of wavelength is mixed, and you may make it irradiate the point irradiating [same]. In this case, if the fluctuation curve of a reflection factor becomes what compounded the reflection factor of each laser beam, and chooses wavelength from which the phase of the reflection factor fluctuation curve of each laser beam

shifts an amount every suitably and exposure light reinforcement is adjusted, the amount of [of the peak of a reflection factor fluctuation curve] flat part will become still larger, and it will be further stabilized to fluctuation of thickness.

[0029] An example of the exposure optical system which mixes the laser beam of three or more sorts of wavelength is shown in drawing 5.

[0030] Drawing 5 shows the gestalt of the 2nd operation and is much source of luminescence 1a at the gestalt of this 2nd operation. -- The case where 1n is used is shown. this source 1 of luminescence -- the laser beam 2 of wavelength which is different from a--1n, respectively -- a--2n is emitted.

[0031] said each source 1 of luminescence -- a--1n -- linear -- arranging -- this each source 1 of luminescence -- a--1n -- receiving -- respectively -- a collimate lens 3 -- a--3n -- preparing -- this collimate lens 3 -- a--3n -- minding -- a laser beam 2 -- a--2n carries out incidence to one image formation lens 4 -- having -- making -- said collimate lens 3 -- an a--3n optical axis is used as the optical axis of said image formation lens 4 at parallel.

[0032] all the laser beams 2 from which wavelength differs with the gestalt of this operation -- a--2n condenses to one point of the irradiating point 18 -- having -- each laser beam 2 -- the reflection factor of a--2n is compounded, and the reflection factor fluctuation curve which carried out the flat trapezoid configuration is obtained.

[0033] Although the gestalt of the above-mentioned implementation explained changing a reflection factor to thickness because wavelength differs, if the include angle theta which carries out incidence to the substrate 5 of a laser beam 2 becomes large as drawing 2 shows, it turns out that the polarization condition of said laser beam 2 influences a reflection factor.

[0034] The gestalt of the 3rd operation is explained in drawing 6.

[0035] Drawing 6 gives a same sign to a thing equivalent to what showed the outline of the exposure optical system 7 of the gestalt of the 3rd operation, and was shown in drawing 2, and the detail of explanation is omitted.

[0036] The sources 1a and 1b of luminescence have become controllable about the luminescence condition according to the individual, laser beam 2a from these sources 1a and 1b of luminescence and 2b are made into the parallel flux of light with collimate lenses 3a and 3b according to an individual, respectively, and convergent radiotherapy is carried out to the front face of a substrate 5 with one image formation lens 4. Moreover, the optical axis of said collimate lenses 3a and 3b and image formation lens 4 has become parallel, respectively, and laser beam 2a emitted from said source of luminescence 1a and source of luminescence 1b and 2b are condensed by the point 18 irradiating [same] with said image formation lens 4.

[0037] Polarization member 19a and polarization member 19b are prepared possible [insertion and detachment] to each optical axis of said laser beam 2a and 2b. in addition, the wavelength of laser beam 2a emitted from said sources 1a and 1b of luminescence and 2b is the same -- or although you may differ, the following is explained as the same. Moreover, let the incident angle theta of the laser beam 2 to said substrate 5 be the include angle by which the polarization condition of said laser beam 2 is reflected in a reflection factor.

[0038] In addition, as a polarization member, a polarizing plate, 1 / 2lambda plate, 1 / 4lambda plate, a depolarization plate (polarization is considered as random polarization), etc. are mentioned.

[0039] In drawing 6, if said polarization member 19a is inserted only to the optical axis of said laser beam 2a, the polarization condition of said laser beam 2a and laser beam 2b will change. For this reason, a difference arises on the reflection factor fluctuation curve to fluctuation of thickness in this laser beam 2a and laser beam 2b like drawing 3, but this laser beam 2a and the synthetic reflection factor fluctuation curve of 2b become even [peak value], while thickness is 0.6 micrometers - 0.7 micrometers, as drawing 4 shows.

[0040] Even when it ** and thickness is changed also in the gestalt of the 3rd operation, the dispersion reflected light based on a foreign matter and a blemish is stabilized, and detection precision is stabilized and does not change.

[0041] In addition, by choosing a polarizing plate, 1 / 2lambda plate, 1 / 4lambda plate, and a depolarization plate, the polarization condition of a laser beam can be changed and a reflection

factor fluctuation curve also changes. Therefore, it becomes possible by choosing suitably the polarization members 19a and 19b inserted in the optical axis of said laser beam 2a, and the optical axis of laser beam 2b to adjust said laser beam 2a and the reflection factor fluctuation curve of 2b.

[0042] Furthermore, it is not necessary to say that this laser beam 2a and the reflection factor fluctuation curve of 2b change by changing the wavelength of this laser beam 2a and 2b, the adjustable range of a reflection factor fluctuation curve becomes large by choosing suitably the wavelength of the laser beam which is the factor which changes a reflection factor fluctuation curve, and a polarization condition, and the much more optimal reflection factor fluctuation curve can be realized.

[0043] Drawing 7 is the case where a laser beam is mixed up by the case where it is prepared in the location which showed the gestalt of the 4th operation and the sources 1a and 1b of luminescence separated with the gestalt of this 4th operation.

[0044] Collimate lens 3a prepared corresponding to source of luminescence 1a and this source of luminescence 1a is prepared on the optical axis which crossed to the optical axis of the image formation lens 4 and which location [an optical axis] for example, intersects perpendicularly, it is reflected in the optical axis of said image formation lens 4, and parallel by reflecting mirror 21a, and laser beam 2a emitted from said source of luminescence 1a is led to said image formation lens 4.

[0045] Source of luminescence 1b and collimate lens 3b are arranged similarly, it is reflected by reflecting mirror 21b and incidence of the laser beam 2b emitted from said source of luminescence 1b is carried out to the optical axis of said image formation lens 4 on this image formation lens 4 at parallel.

[0046] Laser beam 2a emitted from said sources 1a and 1b of luminescence with this image formation lens 4 and 2b are condensed by the irradiating point 18.

[0047] What is necessary is just to arrange the light source 1 and a collimate lens 3 with the gestalt of implementation of the above 4th, on the radiation centering on the optical axis of said image formation lens 4, when the source 1 of luminescence is three or more.

[0048] By changing the wavelength which said sources 1a and 1b of luminescence emit, or inserting [members / 19a and 19b / polarization] on this laser beam 2a and the optical axis of 2b with the gestalt of this 4th operation, the same reflection factor fluctuation curve as the above-mentioned gestalt of operation is made, and the optimal reflection factor fluctuation curve can be realized.

[0049] Drawing 8 shows the gestalt of the 5th operation and is the case where laser beam 2a and 2b are mixed like the gestalt of the 4th operation by the case where it is prepared in the location which the sources 1a and 1b of luminescence separated, with the gestalt of this 5th operation.

[0050] The light source section 12 has 2 sets of sources 1a and 1b of luminescence deserted and prepared, and these sources 1a and 1b of luminescence emit wavelength λ_1 which is different while it is controllable in a luminescence condition, laser beam 2a of λ_2 , and 2b according to an individual.

[0051] Laser beam 2a from said sources 1a and 1b of luminescence and 2b are made into the parallel flux of light with collimate lenses 3a and 3b according to an individual, respectively. A reflecting mirror 22 is arranged on the optical axis of said laser beam 2a, and the half mirror 23 is arranged in the intersection of the reflected light shaft of this reflecting mirror 22, and the optical axis of said collimate lens 3b.

[0052] It is reflected by said reflecting mirror 22 and half mirror 23, said laser beam 2a agrees in laser beam 2b which penetrates this half mirror 23, and convergent radiotherapy is carried out to the irradiating point 18 of the substrate 5 on the optical axis of the image formation lens 4.

[0053] By changing the wavelength which said sources 1a and 1b of luminescence emit also in the gestalt of implementation of the above 5th, or inserting [members / 19a and 19b / polarization] on said laser beam 2a and the optical axis of 2b, the same reflection factor fluctuation curve as the above-mentioned gestalt of operation is made, and the optimal reflection factor fluctuation curve can be realized.

[0054] In addition, in the gestalt of the 5th operation, said reflecting mirror 22 and a half mirror 23 may be omitted, convergent radiotherapy of the laser beam 2a from said source of luminescence 1a may be carried out to the point 18 irradiating [direct] by deviation optical member 14' and image formation lens 4', and mixing of laser beam 2a and 2b may be performed at this irradiating point 18. In this case, since incident angles differ to said substrate 5 and a reflection property is influenced by the incident angle, this laser beam 2a and laser beam 2b can obtain a different reflection property by changing the optical path of said laser beam 2a and 2b.

[0055] Drawing 9 shows an example of an optical-path change means.

[0056] The insertion and detachment of reflecting mirrors 24b and 25b to one are enabled on the optical axis of said laser beam 2b on the optical axis of said laser beam 2a again at reflecting mirrors 24a and 25a. Where reflecting mirrors 24a and 25a and reflecting mirrors 24b and 25b are inserted Laser beam 2a is reflected by reflecting mirrors 24a and 25b, laser beam 2b is reflected in reflecting mirrors 24b and 25a, and an optical path is changed into the optical axis of laser beam 2a before modification by the optical axis of laser beam 2b before modification again, respectively.

[0057] Drawing 10 (A) and (B) show other examples of an optical-path change means.

[0058] With these other optical-path change means, the sources 1a and 1b of luminescence are made pivotable at one, and an optical path is changed by rotating 180 degrees of these sources 1a and 1b of luminescence.

[0059] Although two or more sources 1 of luminescence were arranged on the straight line with the gestalt of operation shown by drawing 5 , necessary train arrangement is carried out further and it is good also considering arrangement of two or more sources 1 of luminescence as the shape of a matrix.

[0060] When it considers as the shape of a matrix, although not illustrated especially, adjustment of an irradiating point on the strength [optical] can be performed as the following. It explains with reference to drawing 5 .

[0061] That is, about each train, wavelength is changed about the source 1 of luminescence, it inserts [member / 19 / polarization] further suitably, the reflection factor of each laser beam is compounded about eye the 1st train, and it considers as the condition that the reflection factor fluctuation curve which carried out the flat trapezoid configuration is obtained. Next, it considers as the condition that the same reflection factor fluctuation curve as eye the 1st train is obtained henceforth [2nd train]. The optical axis of a collimate lens 3 established even if it corresponded to each source of luminescence is made parallel to the optical axis of the image formation lens 4.

[0062] In this condition, the reflection factor fluctuation curve to which convergent radiotherapy of all the laser beams 2 will be carried out to the irradiating point 18, and they carried out the flat trapezoid configuration about each train is obtained, and the amount of dispersion reflected lights from which the optical reinforcement of each train will be added by the number of trains, and optical reinforcement is obtained increases further.

[0063] Since detection precision improves by increasing exposure light reinforcement, when two or more sources 1 of luminescence are arranged in the shape of a matrix, while the stability over thickness fluctuation of the inspection precision of surface-analysis equipment improves, improvement in inspection precision is also obtained.

[0064] Furthermore, it is effective also to the case where alone sufficient quantity of light is not obtained, like a blue laser diode in a laser beam 2.

[0065] In addition, the array of the laser beam 2 which has more than one may have the shape not only of the shape of a matrix but a circle, or may be other arrays. What is necessary is just to adjust the wavelength of each source of luminescence, a polarization condition, and optical reinforcement to the appearance from which a flat reflection factor fluctuation curve is obtained in short.

[0066]

[Effect of the Invention] In the surface-analysis equipment which irradiates a laser beam on a substrate front face according to this invention as stated above, detects the dispersion reflected light of this laser beam, and detects a foreign matter Since the exposure optical system which

the light source section has two or more sources of luminescence, and irradiates the laser beam from each source of luminescence in the condition that the reflection properties on the front face of a substrate differ on a substrate front face is provided The effectiveness which was [attain / a highly precise inspection by which the dispersion reflected light stopped easily being able to receive effect in the membrane type on the front face of a substrate and thickness, and was stabilized] excellent is demonstrated.

[Translation done.]